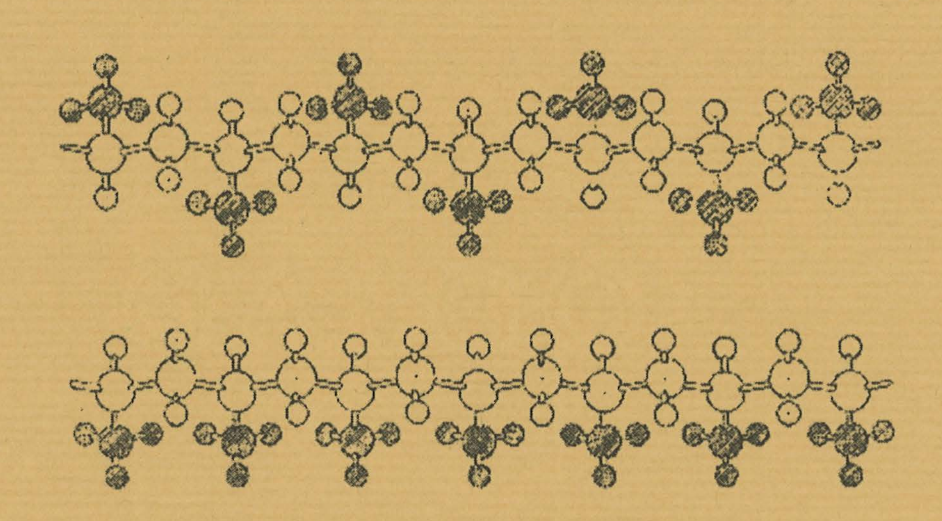
LOS PLÁSTICOS EN LA CONSTRUCCIÓN (II)

FABRICACIÓN, DURABILIDAD Y TIPOS

por

ALFONSO GARCÍA SANTOS



CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA
DE LA *ESCUELA DE*
ARQUITECTURA
DE MADRID

2-30-02

LOS PLÁSTICOS EN LA CONSTRUCCIÓN (II)

FABRICACIÓN, DURABILIDAD Y TIPOS

por

ALFONSO GARCÍA SANTOS

CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA
DE LA *ESCUELA DE*
ARQUITECTURA
DE MADRID

2-30-02

C U A D E R N O S
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA

NUMERACIÓN

2 Área
30 Autor
02 Ordinal de cuaderno (del autor)

TEMAS

0 VARIOS
1 ESTRUCTURAS
2 CONSTRUCCIÓN
3 FÍSICA Y MATEMÁTICAS
4 TEORÍA
5 GEOMETRÍA Y DIBUJO
6 PROYECTOS
7 URBANISMO
8 RESTAURACIÓN

Los plásticos en la construcción (II).
Fabricación, durabilidad y tipos.

Instituto Juan de Herrera.
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
Composición y maquetación: Daniel Álvarez Morcillo.
CUADERNO 64.02 / 2-30-02
ISBN: 84-95365-03-0 (obra completa)
ISBN: 84-9728-168-3 (los plásticos en la construcción II; 2ª edición)
Depósito Legal: M-28252-2005

Preparados por D. Alfonso García Santos.
Dr. Arquitecto.
Profesor Titular del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica.
E.T.S.A.M.

3./ ELABORACIÓN DE LOS PLÁSTICOS

Como arquitectos debemos conocer que el proceso de elaboración de los plásticos (que se denomina método de transformación) influye de un modo muy importante en las propiedades finales del producto.

El método de transformación implica un aumento de temperatura, durante el cual se da forma al plástico, pudiéndose producir modificaciones físicas y químicas.

Los efectos físicos son debidos a la existencia del estado líquido necesario en el proceso de transformación, (inyección, transferencia, termoformado, vacío, extrusión, etc), variando la homogeneidad del peso molecular, la cristalinidad, etc.

Los efectos químicos hacen referencia a modificaciones constitucionales en las moléculas; con escisiones, reticulaciones, etc., estando provocados por:

- Exceso de temperatura.
- Exceso de tensiones en el proceso de transferencia.
- Empleo de aditivos químicos.

Un molde que, en el momento de la fabricación del producto, presente un exceso de temperatura o una temperatura inferior a la adecuada, producirán deterioros en la estructura del polímero o tensiones residuales que producirán roturas inesperadas respectivamente.

Para fabricar cualquier tipo de producto plástico se utiliza la granza, que es el polímero puro, al que se añaden todos los tipos de modificadores o cargas, en las proporciones que se establezcan para cada producto.

La forma del molde es también importante, y no todas las formas son válidas para fabricar plásticos. Hemos de darnos cuenta que hay que lograr una relación entre los parámetros de la forma del molde y los parámetros de la macroestructura del polímero con el que se rellena el molde. Por ejemplo, cuando mayor sea la longitud de las macromoléculas del polímero, mayor dificultades tendrán éstas en rellenar el molde, sobre todo las aristas, ángulos y formas especialmente complejas, presentando por tanto formas redondeadas.

Por tanto como usuarios de plásticos, observando la forma de éstos, podemos obtener un indicador para adivinar las propiedades mecánicas que posee ese plástico en particular. Por ejemplo, cuando observemos varios elementos de material plástico, tendrá mayores valores de resistencia mecánica aquel elemento que posea formas más redondeadas, o dicho de otro modo, aquellos cuyo radio de curvatura sea mayor. (recordemos que la mayor longitud de macromoléculas conlleva mayores valores de resistencia mecánica).

Las posibilidades de elaboración de los plásticos son muy variadas, ya que aparte de sus propiedades orientadas a fines especiales, (conseguidas en parte durante el proceso sintético), no es menos importante la de una buena conformabilidad, que ha hecho de los mismos unos materiales muy útiles en todos los campos de la técnica y del uso diario. En

este apartado se tratará del fundamento de los diversos métodos de elaboración. En el siguiente cuadro se ofrece una visión de la amplitud de estas posibilidades.

Perspectiva sobre posibilidades de transformación de los plásticos.

Tipo de elaboración		Utilizado en:
	Prensado inyección-prensado	Piezas moldeadas de resinas sintéticas termoestables y masas prensables (el prensado también en piezas moldeadas termoplásticas)
	Prensado en capas (estratificación)	Productos estratificados a partir de rollos impregnados con resinas sintéticas termoestables (también con hojas termoplásticas)
	Procedimiento del lienzo de caucho con presión o vacío	Productos estratificados a partir de rollos soporte impregnados de resinas de baja presión termoestables
	Conformado en caliente (al vacío o con aire a presión)	Piezas moldeadas a partir de semiacabados termoplásticos
	Colada por inyección	Piezas moldeadas a partir de masas para colada por inyección termoplásticas
	Extrusión	Semiacabados a partir de materiales termoplásticos (y también termoestables), productos intermedios para calandrado, soplado, hilado, etc.
	Calandrado	Hojas de materiales termoplásticos (y también termoestables), tiras revestidas
	Insuflado (casi siempre en unión de extrusor)	Hojas y cuerpos huecos de materiales termoplásticos

Tipo de elaboración		Utilizado en:
	Colada	Modelos, inclusiones, piezas moldeadas de materiales termoplásticos y termoestables
	Centrifugado	Cuerpos huecos con simetria axial de termoplástico, cuerpos huecos cerrados de pastas termoplásticas
	Inmersión	Cuerpos huecos de termoplástico (también revestimientos)
	Inyección por llama, sinterizado en lecho fluidificado	Revestimientos sobre base fija (madera, metal, etc.)
	Cubrición	Plastificados sobre rollos de papel o tejido, p. e., piel artificial de plástico
	Trabajo con arranque de viruta (equivalente a la mecanización de los metales)	Transformación de semiacabados, acabado y limpieza de piezas moldeadas fabricadas sin arranque de viruta
	Soldadura y encolado	Unión de semiacabados y de piezas moldeadas fabricadas a partir de los mismos mediante conformado en caliente o trabajo con arranque de viruta

3.1/ FABRICACIÓN DE PIEZAS MOLDEADAS

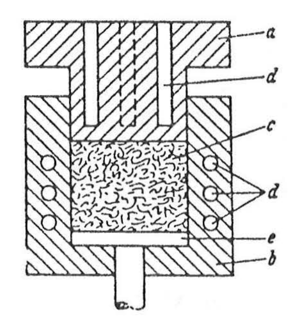
El campo más característico de elaboración de los plásticos es la fabricación de piezas moldeadas, al ser estos materiales "conformables plásticamente". No debe entenderse una deformación plástica en el sentido que se le da en la teoría de resistencia de materiales, deformación que tiene lugar cuando se rebasa el límite de proporcionalidad, entre carga y deformación sino un conformado sin arranque de viruta y en estado plástico - blando. Esta manera de tomar forma es conocida desde la existencia de los metales fundidos y, de modo similar a éstos, en los polímeros termoplásticos se trata de una refundición del material ya preparado en su estado final. En cambio, los plásticos termoestables no alcanzan su estado final hasta el proceso de moldeo y no se entrelazan hasta la formación de la pieza moldeada.

Para la conformación sin arranque de viruta se hace uso de moldes, fabricados por lo común de acero y compuestos, por lo menos, de dos partes para poder desmoldar las piezas; a menudo constan de varias, para poder albergar contrasalidas o entrantes, machos roscados, etc. Estos moldes exigen una fabricación muy esmerada y suelen ser de construcción aparentemente complicada, por lo que siempre serán un factor económico importante en la confección de piezas moldeadas, factor contrarrestado gracias al elevado número de las mismas que se obtienen. No entraremos aquí en detalles acerca de la construcción de las máquinas de moldeo.

Cuando se trata de pequeñas series de piezas o de piezas aisladas, así como en el caso de procesos y materiales que requieren pequeñas presiones de moldeo, pueden fabricarse también los útiles de moldeo a base de plástico o de otro material. Para piezas con forma se emplean, además de moldes compactos, otros elásticos, como de caucho, que permitan desmoldar sin esfuerzo las piezas sin salida.

3.1.1/ MOLDEO POR COMPRESIÓN

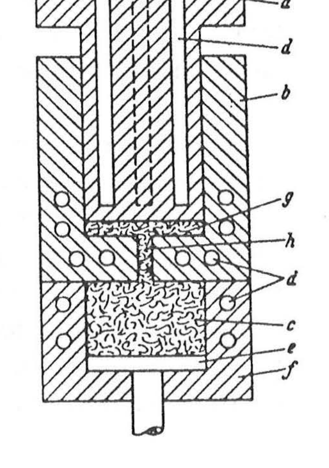
Se coloca en el molde caliente el polvo de moldeo fabricado o preparado para este fin y, una vez cerrado el molde y bajo presión, se funde el polvo, rellenando todas las partes de aquel. Los polvos de moldeo de plásticos termoestables experimentan en el molde la última etapa de su reacción formativa (fusión y entrelazado), por lo que se sacan del molde caliente sin enfriar. Los polvos de moldeo termoplásticos, que funden en el molde caliente, no pueden sacarse hasta que estén fríos. Una variante del prensado de termoplásticos, poco empleada actualmente, es por percusión; para ello se calienta la masa premoldeada por encima de la temperatura de fluidez y se lleva al molde de prensa, más frío, el cual se cierra muy rápidamente (" por percusión"). Este procedimiento se emplea para hacer tabletas con trozos de piezas o recortes de la extrusión procedentes de la prensa de husillo. En la figura se presenta esquemáticamente la constitución de un molde de prensa.



Esquema de un molde de prensa.
a, placa superior (émbolo de prensa);
b, placa inferior (matriz);
c, masa prensable;
d, dispositivo de calentamiento;
e, placa expulsora.

3.1.2/ MOLDEO POR TRANSFERENCIA

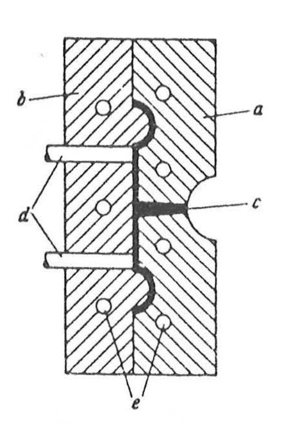
El prensado por inyección o moldeo por transferencia sólo se usa con polvos de moldeo termoestables. A diferencia del prensado normal, en este procedimiento se hace fluida la masa en una antecámara calentada conjuntamente con el molde y se inyecta en este presionando con un pistón. Penetra en el molde en estado fluido entrelazándose una vez relleno el molde.



Esquema de un molde de prensa por inyección.
a, placa superior (pistón inyector);
b, placa intermedia (cavidad de llenado);
c, masa prensable;
d, dispositivo de calentamiento;
e, placa expulsora;
f, placa inferior (matriz);
g, antecámara;
h, canal de admisión.

3.1.3/ MOLDEO POR INYECCIÓN

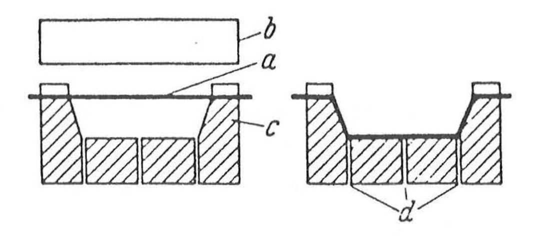
El moldeo por inyección es el procedimiento más conocido de fabricar piezas partiendo de polvos de moldeo termoplásticos. La masa se hace fluida fuera del molde y se inyecta a presión a través de una boquilla al interior del molde frío, donde se solidifica al instante. Por tanto, la pieza puede desmoldearse inmediatamente, dejando el molde listo para otra operación. Trabajando con piezas grandes suele ser preciso enfriar aquél, mientras que en otros casos es conveniente calentarlo al objeto de mantener la herramienta a temperatura constante. En la figura se señalan algunos canales de refrigeración o de calentamiento en este tipo de moldes.



Esquema de un molde de colada por inyección.
a, placa de inyección;
b, placa de contención;
c, canal de inyección;
d, clavijas de expulsión;
e, canales de atemperado del líquido.

3.1.4/ CONFORMACIÓN EN CALIENTE

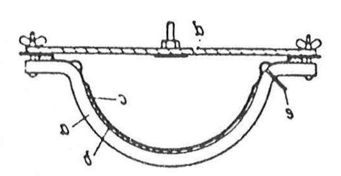
Una serie de procedimientos productores de piezas moldeadas a partir de materiales termoplásticos es la que corresponde a la embutición, tan conocida en el trabajo con chapas metálicas. Una placa de plástico preparada al efecto ("platina") se lleva mediante calentamiento (aire caliente, infrarrojo o alta frecuencia) a un estado blando-plástico y se comprime en una moldeadora. Para ello raramente se utiliza un molde de dos placas, matriz y macho; preferentemente, la platina se estampa por medio de aire contra el molde, de placa única, positivo o negativo. Esto puede hacerse con aire a presión, o mediante vacío. Este procedimiento se denomina por lo común moldeo o embutido a vacío y, también, moldeo a baja presión.



Esquema del moldeo en caliente bajo vacío
a, platina de plástico;
b, radiador;
c, matriz;
d, aspiración de aire

3.1.5/ PRENSADO CON BOLSA ELÁSTICA

Entre el prensado y el embutido hay un procedimiento intermedio, implantado principalmente en la fabricación de piezas moldeadas de gran tamaño partiendo de materiales dispuestos en capas estratificados o laminados y reforzados con fibra de vidrio. Las resinas de baja presión utilizadas con dicho objeto permiten el uso de herramientas de moldeo de placa única, de fácil construcción. La compresión regular del material tiene lugar mediante aire a presión o a vacío con ayuda de una bolsa elástica. La figura esclarece el principio del procedimiento.

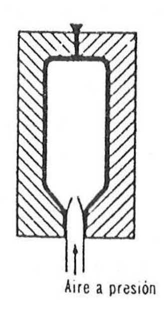


Esquema del prensado con bolsa elástica.

a, molde de una placa (matriz); *b*, laminado de fibra de vidrio impregnado de resina; *c*, tela de caucho; *d*, placa de presión con entrada de aire comprimido (para el procedimiento de prensado, suprimiéndose en el de aspiración); *e*, conducto de desaireado (método de prensado) o bien conducción de vacío (método de aspiración).

3.1.6/ INSUFLADO O SOPLADO

Para la fabricación de cuerpos huecos se introducen trozos de tubería flexible o rígida, en estado plástico blando, en una herramienta de dos placas y, una vez cerrado el molde, se insufla aire al objeto de que aquellos se ciñan a las paredes. El producto inicial termoplástico se hace plástico por calentamiento (como en el procedimiento de embutición), o bien se pasa directamente, en estado aún plástico, del extrusor al molde. En la figura se muestra como ejemplo el soplado de una botella.



Esquema del insuflado de cuerpos huecos.

3.1.7/ COLADA

Es posible colar materiales plásticos (tanto termoplásticos como termoestables) en piezas moldeadas sin necesidad de aplicar presión, así como también colar pastas plásticas de viscosidad rebajada con plastificantes o disolventes, sobre todo mediante el procedimiento centrífugo.

De todos ellos, el más común para piezas fabricadas con polímeros termoplásticos, es el procedimiento de inyección. Este procedimiento obliga a que las piezas posean una

imperfección, coincidente con la boquilla de entrada del material en el molde. Por ejemplo obsérvese cualquier silla de PVC, como en la parte inferior, y en el centro del molde existe un resalte coincidente con la boquilla de acceso.

3.2/ FABRICACIÓN DE SEMIACABADOS

Como se desprende del párrafo anterior, los semiacabados plásticos son también apropiados para una transformación posterior en piezas moldeadas. A las planchas y perfiles de materiales termoplásticos puede dárseles forma en uno o varios planos, de manera parecida a como se efectúa en los metales, calentándolos y enfriándolos en el estado conformado, como en la embutición. Por su parte, los semiacabados de termoestables sólo pueden trabajarse con corte o arranque de viruta. La fabricación de los diversos semiacabados puede ser muy diferente, dependiendo del tipo de plástico.

3.2.1/ PLACAS, PLANCHAS Y BLOQUES

3.2.1.1/ POLIMERIZACIÓN "IN SITU"

La polimerización directa en moldes apropiados se utiliza con una serie de termoplásticos para fabricar planchas y bloques, cuando se requieren productos de calidad especial. Ya se ha hecho alusión a las dificultades que implica el control de la temperatura y de la contracción en este procedimiento.

3.2.1.2/ PRENSADO DE CAPAS (ESTRATIFICACIÓN)

En numerosas ocasiones se preparan planchas y bloques de materiales termoplásticos por compresión de hojas aisladas que se sueldan por calentamiento. El cloruro de polivinilo duro se prepara generalmente de esta manera. Para fabricar planchas a partir de plásticos termoestables se superponen tiras soporte (de papel, tejido o chapa de madera) impregnadas de resina artificial y se comprimen en prensas de plato múltiple, con lo que la resina se aglutina y endurece entre las capas, estableciéndose una unión íntima.

3.2.2/ PERFILES

3.2.2.1/ EXTRUSIÓN

Mediante el prensado continuo o extrusión pueden fabricarse perfiles de longitud ilimitada o, por lo menos, muy grande. Esta operación se hace, con los materiales termoplásticos, mediante una prensa de husillo (extrusor). El material se plastifica en su recorrido por el tornillo (mediante el calor de frotamiento y el que se suministra del exterior), se amasa por completo y se impulsa a través de una tobera con forma apropiada. El perfil así producido solidifica a la salida de la tobera, bien al aire o enfriándolo (por ejemplo, mediante un baño de agua).

La extrusión es el método más polivalente para fabricar semiacabados termoplásticos, pudiéndose obtener de modo eficiente y económico no sólo perfiles macizos (barras, carriles, etc.) y huecos (tubos), sino también planchas, por

extrusión a través de las llamadas ranuras anchas o hendiduras, y pudiendo mejorarse la superficie de las planchas mediante laminado o un procedimiento de moldeo o vacío. A través de ranuras muy estrechas pueden extruirse hojas; a través de ranuras circulares, hojas tubulares.

La extrusión está menos extendida entre los plásticos termoestables, puesto que el entrelazado progresivo que tiene lugar durante la operación dificulta el control del proceso. Existe, sin embargo, hace tiempo, un método para extruir perfiles partiendo de materiales prensables basándose en resinas fenólicas. Dicho procedimiento utiliza una prensa de émbolo con avance discontinuo que suministra un perfil de prácticamente cualquier longitud (la cual está limitada naturalmente en los perfiles agudos, tanto en materiales endurecibles como termoplásticos, por la capacidad del local de trabajo y del medio de transporte).

Siempre que oigamos la palabra extrusión debemos ponernos relativamente en guardia, ¿y esto porqué?.

Primero, porque la extrusión consiste en sacar una lamina o un perfil a través de una boquilla a una temperatura elevada ejerciendo una tracción, que conlleva la deformación del ángulo de 109.5° que poseen los carbonos de las macromoléculas.

Segundo, porque esa deformación conlleva una retracción ante el primer calentamiento que sufran después de su fabricación para volver a recuperar el ángulo de 109.5° (fundamentación de la denominada "memoria de la forma"), y posteriormente dilatarán y retraerán normalmente con las variaciones de temperatura.

Por ejemplo, démonos cuenta que los perfiles de las carpinterías de ventanas suelen poseer un perfil metálico en su interior, que garanticen su estabilidad dimensional. Las lamas de las persianas enrollables que se fabrican por extrusión deben ser sometidas a un calentamiento y enfriamiento previo a su corte, pues en caso contrario presentarán unas excesivas holguras, que en días ventosos provocaran su descarrilamiento y posterior caída a la vía pública.

3.2.2.2/ ENROLLADO

Mediante este procedimiento pueden fabricarse también barras y tubos de longitud reducida a base de estratificados termoestables (por ejemplo rollos de papel o de tela impregnados). Durante el enrollado la resina se hace fluida y se entrelaza por medio de un rodillo o compresor, con el oportuno calentamiento. Estos perfiles experimentan al calor, a menudo, un apelmazamiento adicional.

3.2.2.3/ CENTRIFUGADO

Análogamente, es posible fabricar perfiles redondos y de longitud reducida a partir de termoplásticos, mediante polimerización in situ, por centrifugado. Este método se aplica tan sólo a polimerizados de especial calidad (como los vidrios acrílicos de propiedades ópticas especiales).

3.2.3/ HOJAS

Las hojas son en cierto modo "planchas delgadas" y, como tales, han sido ya tratadas en el apartado anterior. Con todo, sus posibilidades de fabricación y sus formas de presentación son tan variadas, en todos los sectores técnicos y en la vida cotidiana, que se considera de interés resumir aquí por separado los métodos de obtención. Las hojas se fabrican, en su mayor parte, de materiales termoplásticos, pues las resinas termoestables son, en general, excesivamente quebradizas para poder subsistir en espesores pequeños. Los materiales pueden transformarse en hojas en estado normal (duro) o ablandado.

3.2.3.1/ COLADA

La fabricación de película por colada es el sistema más antiguo de obtención foliácea. Para ello se extiende el plástico en forma de dispersión, disolución o estado fundido sobre una base, de la cual puede separarse la capa una vez secada la dispersión, evaporado el disolvente o solidificado el producto fundido. La hoja así formada es muy uniforme y de caras planas y paralelas, por lo que el procedimiento se emplea todavía actualmente en la fabricación de película fotográfica y cinematográfica y otro tipo de hojas de aplicaciones ópticas.

3.2.3.2/ LAMINACIÓN

Mediante prensado o extrusionado sobre rodillos calientes pueden estirarse planchas prefabricadas para dar hojas. También las hojas extruidas por toberas de ranura ancha se someten muchas veces a una laminación posterior, en la que, variando la velocidad, tiene lugar al mismo tiempo un proceso de estiramiento, con lo cual aumenta la resistencia de la hoja.

3.2.3.3/ CALANDRADO

El calandrado es una laminación a lo largo de varios rodillos consecutivos. Para mezclar los productos intermedios se utilizan casi exclusivamente, en la industria de los plásticos, pares simples de rodillos. También el tipo de laminación, mencionado en el apartado anterior, de productos intermedios se denomina normalmente calandrado.

Generalmente las masas plásticas no conformadas, por ejemplo, por laminación o bien preparadas en la amasadora, son llevadas sobre la calandria donde se transforman y laminan gradualmente en hoja a través de varios pasos entre rodillos. El último de éstos está refrigerado para que la hoja pueda separarse. Este procedimiento se aplica a la fabricación de hojas, de materiales termoplásticos duros o reblandecidos. Para obtener las conocidas hojas decorativas de cloruro de polivinilo blando se incorporan a la calandria rodillos estampadores e impresores que añaden algún diseño superficial.

3.2.3.4/ EXTRUSIÓN

Ya se ha hecho referencia a la extrusión de hojas por toberas de ranura ancha y de hojas tubulares por toberas de ranura anular. Las hojas fabricadas de la primera

forma experimentan generalmente un tratamiento posterior de estirado en una dirección monoaxial. Mediante insuflado se consigue en las hojas tubulares una orientación en dos direcciones (orientación biaxial).

3.2.3.5/ INSUFLADO

El tubo foliar procedente de la ranura anular se cierra por su parte abierta y se insufla aire (bien desde esta parte abierta o desde la tobera). Se origina así un estiramiento de la hoja en sentido longitudinal y transversal, que redunda en una mejora de su resistencia. El insuflado de hojas es también, por tanto, un procedimiento de extrusión.

3.3/ FABRICACIÓN DE HILOS Y FIBRAS

Los hilos (llamados monofilamentos) y las fibras constituyen una parte considerable de la producción de los plásticos. Los primeros se utilizan aislados (por ejemplo para revestir raquetas de tenis), torcidos en conjunto (cuerdas) o como tejido. Las fibras se hilan solas o acompañadas de fibras naturales y se trabajan después según los procedimientos propios de la industria textil. En la fabricación de hilos y fibras sintéticas cabe distinguir en principio los siguientes métodos:

3.3.1/ EXTRUSIÓN

En este método se hace pasar el material plastificado desde el husillo extrusor a través de una placa inyectora con numerosos orificios, cuyo diámetro corresponde al del hilo. De este modo es posible fabricar hilos continuos, que, al ser retirados (en estado caliente), se estiran enseguida a fin de aumentar la resistencia.

3.3.2/ HILADO EN ESTADO FUNDIDO

El hilado en estado fundido corresponde a la extrusión de monofilamentos, saliendo el plástico a través de las hileras en dicho estado; sin embargo, el producto fundido no es impelido por un husillo, sino que fluye directamente del proceso de polimerización, o bien de una fusión posterior, desde la placa inyectora, impulsado por bombas de engranajes o de otro tipo. Así se obtienen hilos continuos que se enhebran en gran número, o bien fibra corta que se hila.

3.3.3/ HILADO EN DISOLUCIÓN

Parte de los plásticos no reúnen condiciones para transformarse en fibras partiendo del estado fundido, debiendo partir de una disolución, o bien la única forma de hacerlo ventajosamente es esta última. La disolución puede también ser comprimida, con ayuda de bombas, a través de la placa inyectora, separando convenientemente los hilos resultantes del disolvente. Conforme a esto, cabe diferenciar el hilado "húmedo", en el que las fibras emergentes de la placa inyectora se lavan con agua, y el hilado "seco", donde se elimina el disolvente orgánico mediante secado en corriente de aire caliente. También en este caso pueden obtenerse hilos continuos, así como fibra corta.

3.4/ TRABAJO CON ARRANQUE DE VIRUTA

Al lado de las variadas posibilidades de la conformación sin arranque de viruta, característica de los plásticos, los termoplásticos duros y los termoestables pueden adquirir forma también mediante cualquier procedimiento con arranque de viruta de los habituales en el trabajo de metales. Tal manipulación suele limitarse a piezas aisladas o a pequeñas series, así como a la transformación manual de semiacabados.

3.4.1/ TRABAJO CON SEMIACABADOS

Es preciso saber que las máquinas requieren herramientas que posean altas velocidades de corte, con objeto de que los plásticos quebradizos no se rasguen ni astillen. En consecuencia, son utilizables las máquinas normales del trabajo de la madera y de los metales ligeros, siendo precisa una refrigeración muy eficaz durante las operaciones de torneado, fresado, cepillado, taladrado y aserrado, a causa de la poca conductividad de calor que tienen los plásticos.

Cuando se trabaja con termoestables, existe el peligro de una descomposición, mientras que los termoplásticos funden. La refrigeración se hace con aire comprimido, agua, emulsión para taladrar o petróleo, dependiendo del material. Cuando se refrigera con aire, o en trabajos ocasionales en que no se tomen medidas especiales de refrigeración, hay que prever una buena salida de la viruta para evitar molestias o daños nocivos ocasionados por el polvo o los vapores de descomposición.

3.5/ OTROS PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

3.5.1/ ESPUMADO

Algunos plásticos pueden transformarse en materias espumosas, formando, siempre que las espumas sean elásticas y blandas, un material de aplicación múltiple en la fabricación de colchones y amortiguamientos, mientras que las espumas duras se utilizan fundamentalmente en aislamientos térmicos, amortiguamientos sonoros, embalajes y como material de relleno en elementos de construcción ligeros. En la fabricación de materiales espumosos cabe distinguir, en principio, dos tipos de procedimientos.

3.5.1.1/ BATIDO (PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO)

Para fabricar goma espuma se bate leche de látex (dispersión acuosa del caucho natural) entremezclado con aire, hasta que se forma la espuma, de forma algo parecida a como se prepara crema batida. La espuma cremosa se vacía a continuación en moldes y se vulcaniza a fin de que conserve también como caucho la estructura espumosa. Análogamente pueden transformarse algunas dispersiones de plásticos en materiales espumosos, conduciendo el proceso estabilizador de acuerdo con el tipo de plástico. En la fabricación de espumas de urea-formaldehído, por ejemplo, se entremezcla el aire en la disolución de la resina todavía no condensada, estabilizándose la espuma al término de la condensación.

3.5.1.2/ HINCHAMIENTO

Los gases o el aire disuelto en los materiales en determinadas condiciones (a presión elevada o a baja temperatura) se desprenden al disminuir la presión o aumentar la temperatura, hinchando el material. En esto estriba la fabricación de algunas espumas de cloruro de polivinilo y del poliestireno. Otra posibilidad es la de añadir agentes dilatadores o de hinchamiento que, al calentarse, se descompongan químicamente con desprendimiento gaseoso (efecto de levadura química). De esta manera puede efectuarse también la conversión en espumas del cloruro de polivinilo, de la resina fenólica y del polietileno.

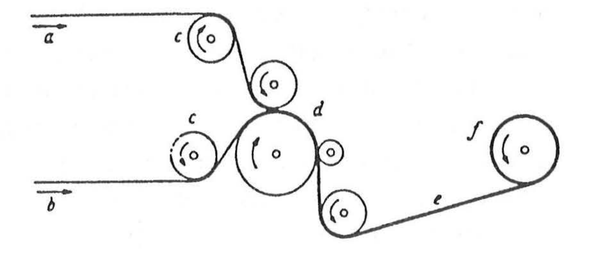
Las espumas de poliuretano producen, en cierto modo, ellas mismas su agente de hinchamiento, ya que uno de los componentes requeridos para la formación del poliuretano desprende anhídrido carbónico en presencia de agua. El violento desprendimiento del gas produce el espumado del material que se origina.

Cuando los aislantes se han fabricado con termoplásticos, suelen ser de los denominados de poros cerrados y su fabricación se realiza a menor presión de las necesarias para el resto de los productos, por lo que podemos encontrar aislantes de diversas densidades, por ejemplo los polietilenos expandidos.

Cuando los aislantes se han fabricado con termoestables, suelen ser de los denominados de poros abiertos, porque para su fabricación es necesario utilizar productos espumantes, por ejemplo planchas de poliuretanos.

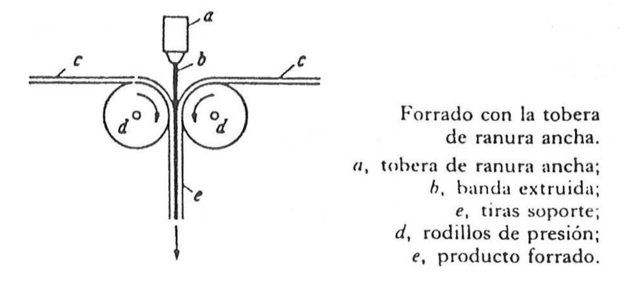
3.5.2/ FORRADO

Por "forrado" se entiende la unión superficial completa de dos o más hojas delgadas como, por ejemplo, en la fabricación de cuero artificial que, aunque se hace preferentemente por cubrición, puede realizarse también superponiendo piezas de tela con láminas de cloruro de polivinilo o de otros plásticos. Para ello se reúnen ambas tiras sobre la calandria y se comprime la de plástico, mediante un cilindro caliente, contra el tejido, con cuya superficie se suelda. Es frecuente también superponer entre sí dos hojas de plástico con el fin de aumentar su impermeabilidad a los gases, pues de esa forma se cubren los poros presentes en cada hoja, cerrándose en parte por soldadura. Mediante calor y presión se consigue también soldar tiras más gruesas de cloruro de polivinilo reblandecido (por ejemplo en la fabricación de revestimientos de suelos).



Forrado sobre la calandria.
a, acceso de la primera lámina; *b*, acceso de la segunda lámina; *c*, cilindros calentadores; *d*, cilindro guía y cilindro compresor; *e*, lámina en capas; *f*, enrollado.

El forrado de papel con hojas de plástico es un método muy empleado en la industria de embalajes. Para este fin encuentra aplicación particularmente el polietileno, que en forma de capa delgada puede aplicarse directamente, en estado fundido líquido, al salir de la ranura ancha del extrusor. En la figura siguiente está representada una operación de este tipo, llevada a efecto con dos tiras soporte.



Forrado con la tobera de ranura ancha.
a, tobera de ranura ancha; *b*, banda extruida; *e*, tiras soporte; *d*, rodillos de presión; *e*, producto forrado.

El forrado se limita a veces a un pegamento de superficies, cuando la soldadura no resulta realizable o económica. Así es como se hace en la industria textil el forrado de piezas de tela con hojas delgadas de material espumoso, cubriéndolas previamente de un adhesivo apropiado y poniéndolas luego en contacto.

4/ MANTENIMIENTO DE PROPIEDADES

4.1/ DURABILIDAD

Varía mucho, siendo menor en los polímeros termoplásticos que en los termoestables. Las causas principales de degradación son: la rotura de cadenas moleculares producida por la radiación solar ultravioleta, la reticulación estructural provocada por la acción del oxígeno, y los cambios en la estructura producidos por la temperatura.

4.1.1/ DURACION DE VIDA

Período definido por la fórmula:

$$t = t^f - t^i$$

donde: t^i es la fecha de fabricación
t^f es la fecha hasta la cual una propiedad del material tiene asegurada su permanencia.

En algunos casos la causa de la degradación es una radiación; la duración de vida se puede experimentar en tiempo de radiación (por ejemplo en horas de soleamiento en envejecimiento climático) o en intensidad de radiación recibida por el material (radiación por los rayos ionizantes en jul/m^2 o en fotones/m^2 por los rayos ultravioleta- visibles).

4.2/ DEGRADACION (EN POLÍMEROS)

4.2.1/ CONCEPTO

Son los procesos desencadenados por la acción de factores externos, como el calor, las radiaciones, etc. , que conducen al deterioro de la estructura de los polímeros sintéticos.

La degradación es, en definitiva, una modificación de los polímeros que puede afectar a la cadena lateral o a los grupos laterales.

El conocimiento de los mecanismos y causas de la degradación de los polímeros es necesario para solucionar los problemas de estabilización y la predicción de la duración de los materiales.

4.2.2/ TIPOS DE DEGRADACIÓN. MECANISMOS

Es corriente recurrir al tipo de energía causante de la degradación a la hora de intentan clasificar los mecanismos. Así se habla de:

- Degradación Térmica. Oxidativa. Principal agente: el calor.

- Degradación fotoquímica. Principal agente la luz solar, especialmente la luz ultravioleta
- Degradación Mecanoquímica. Por la acción conjunta del calor y las fuerzas de cizalla
- Degradación Hidrolítica. Si el agente es la humedad.
- Degradación Química. La anterior generalizada a la acción de otros agentes o disolventes químicos.
- Degradación Enzimática.

Especialmente en las dos primeras hay que distinguir entre:

- Degradación en atmósfera inerte.
- Degradación en presencia de oxigeno.

a) Degradación Térmica.

Hay que distinguir entre dos tipos de mecanismos:

- Despolimerización.
- Reacciones de modificación de los polímeros portadores de grupos laterales.

* Por vía radical:

Este tipo de mecanismos implica principalmente escisiones de la cadena principal, lo que hace que los productos finales sean estructuras en que se distinguen aún las unidades monoméricas.

Ejemplos:
- Los Acrílicos dan lugar preferentemente al monómero.
- El polietileno da lugar a álcalis y algunos polímeros de cadena corta.
- Estos polímeros junto al poliestireno son los más representativos.

* Por otros mecanismos:

Algunas reacciones de despolimerización no implican la formación de radicales, sino que tienen lugar por reordenamientos de la molécula como paso previo.

Ejemplos: Casos típicos son los poliésteres y los poliuretanos.

* Mecanismos que implican reacciones de modificación.

Ejemplos: Poliacetato de vinilo, PVC, poliacrilonitrilo.

Para los dos primeros, el mecanismo consiste en una reacción de eliminación de ácido acético y ácido clorhídrico respectivamente, formándose en la

cadena secuencias poliénicas que colorean el polímero.

En el poliacrilonitrilo se trata de un mecanismo conducente a la formación de ciclos.

b) Degradación oxidativa.

Pese a las analogías en los mecanismos oxidativos, en general, nos referimos aquí a la oxidación de los polímeros durante la degradación térmica en presencia de oxígeno.

La oxidación térmica tiene su origen en la reacción del oxígeno con un macrorradical para dar lugar a un radical peroxídico.

El efecto más importante de la degradación oxidativa es la caída del peso molecular de los polímeros

c) Degradación fotoquímica.

Cuando la molécula absorbe energía luminosa, es activada a un estado electrónico excitado; tiene lugar entonces una fuerte vibración.

La energía luminosa de la región ultravioleta es más que suficiente para romper algunos de los enlaces químicos presentes en los polímeros más comunes. Sin embargo, la experiencia nos indica que la fotodegradación de los polímeros no tiene lugar de forma rápida por exposición a la luz solar.

Para que las reacciones de rotura en una cadena tengan lugar, debe de estar presente algún grupo cromóforo en sistema polimérico, bien en la cadena como enlace regular o irregular (degradación directa), o bien como aditivo o impurezas (degradación indirecta).

- Degradación directa.

  Solamente las estructuras que poseen enlaces insaturados absorben dentro de la región ultravioleta Teniendo en cuenta la longitud de onda de las radiaciones solares que llegan a la superficie de la tierra, solamente absorben luz.

  Sin embargo en la mayoría de los polímeros convencionales están presentes de forma irregular, grupos hidroperóxido y carbónico. Dichos grupos presentan una gran actividad frente a la luz ultravioleta

- Degradación indirecta.

  Cuando el polímero no contiene ningún grupo cromóforo, pero están presentes otras moléculas, como aditivos o impurezas, capaces de absorber luz.

4.2.3/ CAUSAS QUE PROVOCAN LA DEGRADACION DE LOS POLIMEROS

Existen dos grupos de variables que afectan a la degradación de los polímeros, independientemente de las variables propias del material que ya han sido analizadas, y que hacen referencia a la forma del producto y a los agentes externos.

La forma del material incide directamente sobre la durabilidad del elemento, ya que al poseer una estructura macromolecular, el diseño geométrico debe tenerlo en cuenta, evitando zonas con excesos de tensiones internas que produzcan la rotura por cedencia o fatiga.

Los agentes externos pueden resumirse en los siguientes:

- Temperatura
- Luz solar
- Oxígeno
- Agentes químicos o biológicos
- Contacto con otros materiales (cargas y substratos)
- Trabajo
- Proceso de fabricación

4.2.4/ EFECTOS QUE PRODUCEN EN LOS POLIMEROS

Los efectos que pueden producirse se resumen en los siguientes:

- Escisiones de cadenas
- Entrecruzamiento de cadenas y reticulación
- Pérdida de grupos laterales
- Autooxidación
- Descomposición térmica

Las modificaciones de las macromoléculas llevan aparejados cambios de las propiedades mecánicas del material.

Las escisiones de cadenas conllevan una disminución de los valores de comportamiento mecánico.

La reticulación de cadenas produce pérdidas de flexibilidad, produciéndose la rotura por acumulación de tensiones internas en las zonas reticuladas.

La pérdida de grupos laterales produce cambios en las propiedades ópticas y de transferencia, favoreciendo la aparición de vacancias y propiciando las reticulaciones.

La autooxidación conlleva pérdidas de flexibilidad y aumentos de fragilidad, ya que el oxígeno produce conexiones entre las cadenas moleculares.

La descomposición térmica sucede con grandes aumentos de temperatura, cuando se produce la rotura del enlace covalente entre carbonos, generando procesos de carbonización superficial con emisión de gases (normalmente tóxicos y combustibles) que aceleran el proceso.

4.2.5/ PREVENCION DE LA DEGRADACION

El aumento de la durabilidad se consigue evitando el contacto con los agentes externos antes mencionados, mediante:

- Un buen diseño geométrico que evite la existencia de zonas con excesos de tensiones, conjuntamente con un espesor suficiente que evite la existencia de tensiones superficiales.
- Un diseño del elemento constructivo donde se encuentre inserto que tenga en cuenta los aspectos de compatibilidad física, química y mecánica con los materiales con los que se encuentre en contacto.
- Un tratamiento superficial que le proteja de la acción de los agentes externos.
- Una posicionalidad en los elementos constructivos acorde a sus propiedades.

4.3/ ENVEJECIMIENTO (EN PLÁSTICOS)

4.3.1/ CONCEPTO

Con el nombre de envejecimiento se suele designar al conjunto de procesos (en general térmicos y fotooxidativos) que dan lugar a la degradación de los materiales plásticos durante su utilización (envejecimiento natural), o en condiciones experimentales ideales para simular esta degradación y predecir la duración en servicio (envejecimiento artificial o acelerado).

4.3.2/ TIPOS DE ENVEJECIMIENTO

a) Envejecimiento natural.

Es el envejecimiento de un material en sus condiciones de utilización, bajo la influencia de los elementos naturales: Intemperie, luz, calor, etc.

- Envejecimiento por temperatura, dependiendo de las condiciones de exposición.
- Es necesario emplear una fórmula más precisa, por ejemplo: estudiar gradación climática, química, física, etc...

b) Envejecimiento acelerado.

La exposición a un clima tropical constituye un envejecimiento acelerado, del mismo modo que la exposición en lugares naturales con una concentración de rayos solares.

c) Envejecimiento artificial.

Son casos particulares de envejecimiento acelerado en los cuales se controlan experimentalmente las condiciones de exposición, que son mantenidas constantes o que varían según ciclos simples y regulares.

4.3.3/ TIPOS DE MEDIO AMBIENTE

Es necesario este apartado, dada la importancia decisiva del medio ambiente en el envejecimiento de los materiales plásticos.

a) Medio ambiente atmosférico en ausencia de radiación.

Los parámetros que lo definen son:

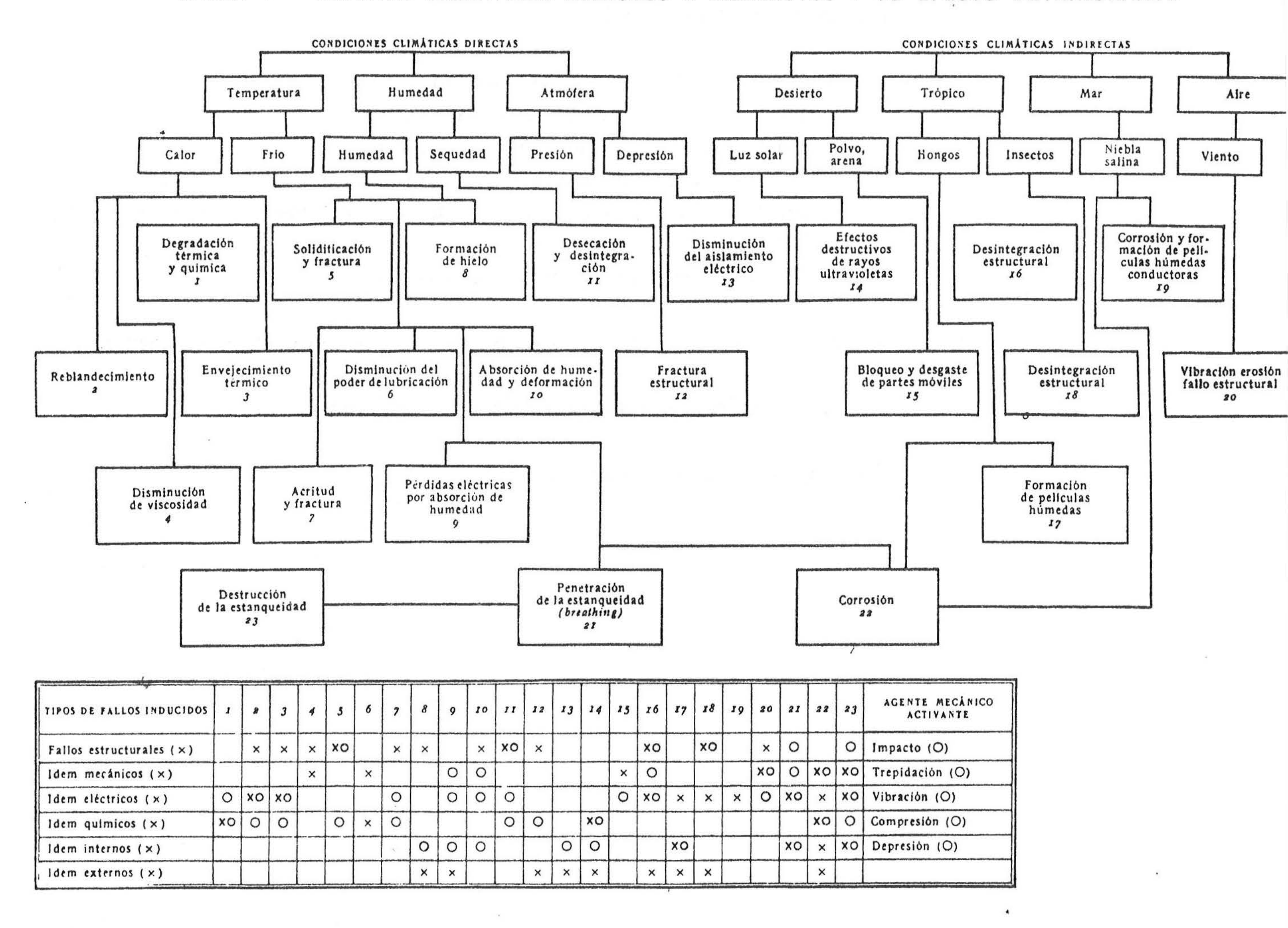
- Temperatura: Variación con el tiempo.
- Composición de la atmósfera: Polución.
- Atmósfera cerrada, semicerrada o ventilada.
- Presencia eventual de agente agresivos (vapores.).
- Contactos eventuales con productos atacantes (con agentes oxidantes).
- Contactos mecánicos (internos y externos).

b) Medio ambiente atmosférico con rayos solares (envejecimiento climático):

- Localización geográfica y clasificación del clima.

c) Otros tipos de medio ambiente.

TABLA V – AGENTES CLIMATICOS DIRECTOS E INDIRECTOS Y SU EFECTO DETERIORANTE (2)



TIPOS DE FALLOS INDUCIDOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	AGENTE MECÁNICO ACTIVANTE
Fallos estructurales (×)		×	×	×	XO		×	×		×	XO	×				XO		XO		×	O		O	Impacto (O)
Idem mecánicos (×)				×		×			O	O					×	O				XO	O	XO	XO	Trepidación (O)
Idem eléctricos (×)	O	XO	XO				O		O	O	O				O	XO	×	×	×	O	XO	×	XO	Vibración (O)
Idem químicos (×)	XO	O	O		O	×	O				O	O		XO								XO	O	Compresión (O)
Idem internos (×)								O	O	O			O	O			XO				XO	×	XO	Depresión (O)
Idem externos (×)								×	×			×	×	×		×	×	×				×		

5/ PRINCIPALES VARIEDADES DE LOS POLÍMEROS

5.1/ POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS

5.1.1/ CELULÓSICOS

Densidad:	1,1-1,3

Tipos:

Acetato de celulosa (celofán)	C.A.
Nitrato de celulosa (celuloide)	C.N.
Acetato butirato de celulosa (tenita)	C.A.B.
Etil celulosa	E.C.
Acetato propionato de celulosa	C.A.P.
Carboximetil celulosa	C.M.C.
Propionato de celulosa	C.P.

VENTAJAS: Muy buena tenacidad y rigidez. Buenas propiedades ópticas. Buena resistencia a la intemperie. Buena moldeabilidad. Resistencia eléctrica y estabilidad dimensional. Costo medio. Acabados lisos y brillantes. Puede colorearse en todos los colores, tanto transparentes como opacos.

LIMITACIONES: Poca resistencia mecánica y al impacto. Poco resistentes al calor y a la llama.

RECONOCIMIENTO POR COMBUSTIÓN: C.A.B: sigue ardiendo tras separar la llama (de color amarillo); además gotea. Olor: rancio y papel quemado. C.A: sigue ardiendo tras separar la llama (verde amarillenta); chisporrotea y gotea. Olor: vinagre y papel quemado.

APLICACIONES: Burletes en ventanas. Rejillas de ventilación, lucernarios, globos, etc.

5.1.2/ VINÍLICOS

Densidad: 1,35-2,0

Tipos:		Fórmula:	
Policloruro de vinilo	P.V.C	$\begin{array}{cc} H & H \\ \vert & \vert \\ C & = C \\ \vert & \vert \\ Cl & H \end{array}$	$-[CHCl-CH_2]$
Acetato de polivinilo	P.V.A.C.	$\begin{array}{cc} H & H \\ \vert & \vert \\ C & = C \\ \vert & \vert \\ H & COO-CH_3 \end{array}$	$-\left[\begin{array}{c} CH-CH_2 \\ \vert \\ COO-CH_3 \end{array}\right]_n-$
Butiral de polivinilo	P.V.B.		
Policloruro-acetato de vinilo	P.V.C.A		
Polialcohol vinílico	P.V.A.L.	$\begin{array}{cc} H & H \\ \vert & \vert \\ C & = C \\ \vert & \vert \\ OH & H \end{array}$	$-\left[\begin{array}{c} CH-CH_2 \\ \vert \\ OH \end{array}\right]_n-$

VENTAJAS: Excelente resistencia química. Excelente resistencia a la intemperie. Buenas propiedades eléctricas. Resistencia al rozamiento. Capacidad de amortiguamiento. Buena absorción del sonido. Resistencia a las llamas. Costo bajo.

El P.V.C. puede, ser según los plastificantes que posea, flexible (con propiedades eléctricas) o rígido (con gran resistencia química, estabilidad dimensional y resistencia al impacto); se puede colorear en opaco y transparente.

LIMITACIONES: Degradación térmica.

RECONOCIMIENTO POR COMBUSTIÓN: P.V.C. arde en presencia de la llama (amarilla y verde en los bordes) y se apaga al separarla. Se ablanda y se carboniza. Olor: irritante, a ácido clorhídrico.

APLICACIONES: Baldosas. Carpinterías de ventanas. Persianas. Revestimientos de puertas y de suelos. Tuberías de fontanería. Interruptores. Aislamientos de cables de electricidad y tubos de protección. Juntas de dilatación. Lámina impermeabilizante y lámina de barrera de vapor. Aislante acústico. Claraboyas.

5.1.3/ ETILÉNICOS

Densidad: 0,9-1,1

Tipos:			Fórmula:
Polietileno	P.E.	$H_2C=CH_2$	$-[CH_2-CH_2]_n-$
Polipropileno	P.P	$H_2C=CH(CH_3)$	$-[CH(CH_3)-CH_2]_n-$
Elastómero. Etileno propileno dimetil monómero	E.P.D.M.		

VENTAJAS: Buena resistencia química. Excelente resistencia a la intemperie. Buenas propiedades eléctricas. Resistencia al rozamiento. Capacidad de amortiguamiento. Buena absorción del sonido. Resistencia a las llamas. Costo bajo.

LIMITACIONES: PE y PP Poca resistencia a los rayos ultravioletas y a la intemperie. Frágil a bajas temperaturas.

RECONOCIMIENTO POR COMBUSTIÓN: Sigue ardiendo tras separar la llama (azul con la parte superior amarilla); las gotas pueden arder. Olor: cera de las velas quemadas (siendo más débil en el P.P.).

APLICACIONES: Tuberías y elementos de fontanería. Aislamiento para la electricidad. Impermeabilizante como barrera contra el vapor. EPDM laminas impermeabilizantes de cubierta

5.1.4/ ESTIRÉNICOS

Densidad: 0,9-1,0

Tipos:			Fórmula:
Poliestireno	P.S.	$CH_2=CH-C_6H_5$	$-[CH-CH_2]_n-$ (con C_6H_5 en CH)
Copolímeros:			
Acrilonitrilo-estireno	S.A.N	A	$CH_2=CH-CN$
Poliestireno-butadieno	S.B.P.	B	$CH_2=CH-CH=CH_2$
Acrilonitrilo-butadieno-estireno	A.B.S.	S	$CH_2=CH-C_6H_5$

VENTAJAS: Buenas propiedades eléctricas. Buena estabilidad dimensional. Buena estabilidad térmica. Buenas propiedades ópticas. Costo bajo.

LIMITACIONES: Poca resistencia a muchos solventes.

RECONOCIMIENTO POR COMBUSTIÓN: Sigue ardiendo tras separar la llama (amarilla) con humo denso y negro y grumos de carbón en el aire. En el caso del A.B.S la llama es luminosa (color amarillo) y se forma hollín. Gotea. Olor: dulce, a gas de alumbrado combinado con goma quemada.

APLICACIONES: espuma aislante. Accesorios en ventanas. Revestimientos exteriores. Desagües. Difusores de luz. Mamparas, celosías y antepechos. Rejillas de ventilación. Manillas de las puertas.

5.1.5/ ACETALES

Densidad: 1,4

Tipos: Fórmula

Poliacetal	P.O.M.	$H-\overset{H}{\underset{}{C}}=O$ (H–C(H)=O)	$-[CH_2-O]_n-$

VENTAJAS: Excelente comportamiento a la fatiga. Excelente estabilidad dimensional. Resistencia a los solventes orgánicos. Bajo coeficiente de fricción. Costo medio.

LIMITACIONES: Poca resistencia a la intemperie y al fuego.

RECONOCIMIENTO POR COMBUSTIÓN: Llama azul sin humo. Las gotas pueden arder. Olor: formaldehído

APLICACIONES: Prácticamente no tiene aplicaciones en construcción, siendo más utilizado en piezas de diversos tipos de maquinarias.

5.1.6/ ACRÍLICOS

Densidad: 1,2

Tipos:		Fórmula	
Polimetacrilato de metilo (plexiglas)	P.M.M.A.	$\begin{array}{cc} H & CH_3 \\ \vert & \vert \\ C = & C \\ \vert & \vert \\ H & COO-CH_3 \end{array}$	$-\left[\begin{array}{c} CH_3 \\ \vert \\ C - CH_2 \\ \vert \\ COO-CH_3 \end{array}\right]$
Ácido poliacrílico	P.A.A.		
Poliacrilo-nitrilo	P.A.N.	$\begin{array}{cc} H & H \\ \vert & \vert \\ C = & C \\ \vert & \vert \\ H & CN \end{array}$	$-\left[\begin{array}{c} CH - CH_2 \\ \vert \\ CN \end{array}\right]$
Polibutadieno acrilonitrilo	P.B.A.N.		
Policloro acrilato de metilo	P.M.C.A.		

VENTAJAS: Excelente transmisión óptica. Resistencia a la intemperie. Poca absorción de agua. Costo medio.

LIMITACIONES: Poca resistencia a la abrasión y baja temperatura de transición.

RECONOCIMIENTO POR COMBUSTIÓN: Sigue ardiendo tras separar la llama (azul con la parte superior amarilla). Chisporrotea. Olor: típico a fruta.

APLICACIONES: Acristalamiento de ventanas. Claraboyas y pantallas de luminarias.

5.1.7/ CARBONATOS

Densidad: 1,2

Tipos: Fórmula

Policarbonato (lexan) P.C.

$$-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-C_6H_4-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-C_6H_4- \qquad -\left[O-CO-O-C_6H_4-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-C_6H_4\right]_n-$$

VENTAJAS: Alta resistencia. Buena estabilidad dimensional. Transparencia. Buen aislamiento térmico. Costo medio.

LIMITACIONES: Poca resistencia a los solventes orgánicos y poca resistencia química.

RECONOCIMIENTO POR COMBUSTIÓN: Arde en presencia de la llama y se apaga al separarla. Llama luminosa. Se carboniza con formación de hollín. Olor: semejante al fenol muy débil.

APLICACIONES: Acristalamiento de ventanas. Claraboyas.

5.1.8/ FLUORADOS

Densidad: 2,1-2,2

Tipos:

Polifluoruro de vinilo	P.V.F.	
Tetra-fluoretileno (teflón)	P.T.F.E	$-\underset{F}{\overset{F}{C}}-\underset{F}{\overset{F}{C}}-$
Copolímero de superfluo	F.E.P.	
Polimonocloro- trifluoretileno	P.C.T.F.E.	$-\underset{F}{\overset{F}{C}}-\underset{F}{\overset{Cl}{C}}-$

VENTAJAS: Inertes químicamente. Muy estables a altas temperaturas. Tenaces. Aislantes eléctricos.

LIMITACIONES: Coste muy alto. Malas propiedades mecánicas. Dificultades de fabricación.

RECONOCIMIENTO POR COMBUSTIÓN: No arde en presencia de la llama ni se carboniza. Olor: irritante a ácido clorhídrico.

APLICACIONES: Revestimientos de superficies. Gran durabilidad.

5.2/ **POLÍMEROS TERMOESTABLES**

5.2.1/ FENOPLASTOS

Densidad: 1,3-1,8

Tipos:		Fórmula:
Fenol-formaldehído (bakelita)	P.F.	

VENTAJAS: Aislantes eléctricos. Buenas propiedades mecánicas. Buena resistencia térmica. Estabilidad dimensional. Buen comportamiento químico.

LIMITACIONES: Poca resistencia a los ácidos fuertes y a los álcalis. Colores muy oscuros. Rotura frágil.

APLICACIONES: Espuma aislante. Interruptores, enchufes y componentes eléctricos.

5.2.2/ AMINOPLASTOS

Densidad: 1,5-2,0

Tipos:

Urea-formaldehído	U.F.
Melamina-formaldehído (formica)	M.F.

Fórmula:

NH—CH_2

N C N

—H_2C—HN—C N C—NH—CH_2—

n

VENTAJAS: Excelente estabilidad térmica. Muy duros y rígidos. Resistencia química buena excepto a los ácidos fuertes. Bajo costo. Resistentes a la humedad.

LIMITACIONES: Poca estabilidad dimensional. Las altas temperaturas perjudican a la resistencia y al color.

APLICACIONES: Revestimiento de muebles.

5.2.3/ RESINAS

Densidad: 1,0-2,4

Tipos:		Fórmula:
Poliamida (nylon)	P.A.	$-[CO-(CH_2)_4-CO-NH-(CH_2)_6-NH]_n-$
Poliéster (polietilentereftalato)	P.E.T.P.	$-[COO-C_6H_4-COO-CH_2-CH_2]_n-$
Poliuretano	U.P.	$-[COO-NH-C_6H_4-NH-COO-CH_2-CH_2]_n-$
Alquídicas		

VENTAJAS: Buena resistencia térmica y atmosférica. Rigidez. Buena resistencia a la fricción. Alta resistencia mecánica. Buenas propiedades eléctricas. Aislamiento térmico y acústico. Costo bajo.

LIMITACIONES: Absorben líquidos polares (agua), con hinchamientos y ablandamientos. Poca resistencia a ácidos orgánicos y fuertes. Posible falta de homogeneidad en masa. Baja resistencia a la oxidación.

RECONOCIMIENTO POR COMBUSTIÓN: Arde en presencia de la llama (azul con bordes amarillos) y se apaga al separarla. Gotea y forma burbujas. Olor: a lana quemada.

APLICACIONES: Espuma aislante. Enchufes. Selladores de juntas de dilatación.

5.2.4/ EPÓXIDOS

Densidad: 2,06

Tipos: Fórmula:

Epoxi (araldita) E.P. $-[O-C_6H_4-C(CH_3)_2-C_6H_4-O-CH_2-CH(OH)-CH_2-$

VENTAJAS: Buenas características en condiciones húmedas. Capacidad de curación en condiciones atmosféricas eléctricas. Estabilidad dimensional. Estable al agua y a la intemperie.

LIMITACIONES: Costo elevado.

APLICACIONES: Uniones. Barnices. Revestimientos. Juntas elásticas.

CUADRO DE APLICACIONES USOS Y RECOMENDACIONES.

Sin pretender realizar una descripción exhaustiva y detallada, se indican los polímeros más indicados para dada una de las siguientes aplicaciones.

USO	ELEMENTO	TIPO DE POLÍMERO	RECOMENDACIONES
Pavimentos	Baldosa/Rollo	PVC	Se raya con facilidad. Se debe limpiar con agua jabonosa
Ventanas	Carpintería	PVC	Debe estar reforzada con una estructura metálica interna.
	Persiana	PVC	Debe controlarse su acomodación estructural antes de su corte
	Acristalamiento	PMMA	Se raya con facilidad. Amarillea con el tiempo.
		PC	Es más resistente que el PMMA
	Burlete	Elastómero Celulósicos	Debe controlarse su acomodación estructural antes de su corte
	Accesorios	PVC Acetales ABS	
Puertas	Perfiles	PVC	Debe estar reforzada con una estructura metálica interna.
	Revestimiento	PVC	Se raya con mas facilidad que la MF Es más cálido al tacto que la MF
		MF	Es más resistente que el PVC. Es más frío al tacto que el PVC.
Claraboyas	Lámina	PC	Es más resistente que el PMMA
		PMMA	Se raya con facilidad. Amarillea con el tiempo.
		ETFE	En colchones neumáticos de gran tamaño, o tensados de tamaños menores
Aislantes térmicos	Espuma	PS	Expandido o extruido. Poro cerrado.
		UP	Poro abierto. Problemas de polimerización in situ. Inflamabilidad.

Fontanería	Distribución.	PE PP	Poca resistencia a los U.V. El PP es más resistente que el PE.
	Aparatos sanitarios.	Copolímeros PVC	Los copolímeros son más resistentes que el PVC.
	Elementos auxiliares.	PP P/Reforzado PE ABS	
Electricidad	Pantallas de luminarias.	PMMA	Se raya con facilidad. Amarillea con el tiempo.
		PC	Es más resistente que el PMMA
	Interruptores Aislamiento	PVC PE	El PVC es más resistente que el PE .
	Tubos de protección.	PVC	
Juntas dilatación	Preformado	PVC	Sellador con adhesión.
		Elastómeros	Relleno de juntas.
Impermeabilizantes	Lámina	PVC plastificado	Emigración de los plastificantes con el tiempo, convirtiéndose en PVC rígido
	Barrera vapor.	PE	Peligro de rotura por punzonamiento
Adhesivos	Según usos.	Termoplástico.	Adhiere con más facilidad.
	Son mejores los adhesivos de varios componentes.	Termoestable.	Resiste altas temperaturas.
		Elastómeros.	Absorbe dilataciones diferenciales.
Pinturas	Según usos.	Termoplástico.	Adhiere con más facilidad.
		Termoestable.	Resiste altas temperaturas.
		Elastómeros.	Absorbe dilataciones diferenciales.
Cubiertas textiles	Láminas	ETFE	Uso general en cubiertas de cojines neumáticos. Permite el paso de los rayos U.V.A. y es antiadherente y transparente
	Membranas	PES-PVC	Son materiales compuestos que suman la elevada resistencia del tejido interior y las prestaciones de cada recubrimiento
		FIBRA VIDRIO-PTFE	
		ARAMIDAS (KEVLAR)-	
		FIBRA VIDRIO-SILICONA	

EL PRESENTE Y FUTURO DE LOS PLÁSTICOS.

Los plásticos como cualquier material nuevo empezaron intentando abarcar todas las posibilidades formales, aplicaciones, y usos, pero su utilización ha ido decantando aquellas utilizaciones idóneas para cada tipo de polímero.

Para piezas de pequeño tamaño y poco peso la utilización del plástico es determinante, y si además, tenemos en cuenta el precio, no existe competencia posible.

El campo de pinturas y adhesivos, está copado por plásticos, siendo además uno de los campos de mayor innovación tecnológica, buscando una mayor especialidad. (por ejemplo la mayoría de los mármoles vienen prebarnizados desde la cantera, lógicamente con barnices plásticos). Tanto las pinturas como los adhesivos antes eran monocomponentes, ahora van siendo todas multicomponentes, formadas por un componente termoplástico para favorecer la adhesión, un componente termoestable para dotarle de resistencia ante variaciones de temperatura y un componente elastómero par absorber los posibles de movimientos diferenciales por diferentes coeficientes de dilatación.

Los laminados también presentan un campo de utilización donde los materiales plásticos se encuentran muy cómodos (pensemos en la evolución de los laminados de cocinas, por ejemplo en las terminaciones de las encimeras). Estos laminados presentan como sabemos gran facilidad de limpieza.

Las fibras para el desarrollo de la arquitectura textil, es otra de las líneas de aplicación de materiales plásticos, dando lugar a láminas cada vez dotadas de nuevas propiedades, además de las resistencias ante los agentes atmosféricos.

Los materiales de aislamiento, tanto térmicos como acústicos, están copados por diversos tipos de plásticos, debido los bajos valores de densidad y a las diversas posibilidades de fabricación.

Pero esto es el presente, o cuanto menos un futuro a corto plazo. Las líneas de investigación de cara al futuro se centran en dos caminos diferenciados: por un lado la investigación en nuevas formulaciones de polímeros, y por otro lado las aplicaciones basadas en la denominada "memoria de la forma".

Las nuevas formulaciones de polímeros se basan en la posible sustitución del hidrógeno, componente lateral de las macromoléculas, por fluor. Obsérvese que la única familia en la que esto se ha producido es la de los Fluorados, pero la sustitución es extrapolable teóricamente a los otros tipos de familias plásticas.

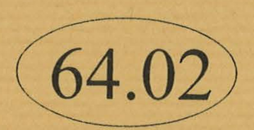
La "memoria de la forma" ya se aplica en algunos de los sistemas de sellado de tubos, y se fundamenta en el mantenimiento del ángulo atómico de la unidad monomérica. Consiste en fabricar un material con el ángulo atómico estabilizado, posteriormente el material se somete a un calentamiento y se produce una deformación modificando el ángulo atómico, y sin retirarla se enfría el material quedando la deformación fija. Posteriormente si se vuelve a calentar el material, recuperará la forma original sin ningún tipo de manipulación.

NOTAS

NOTAS

NOTAS

CUADERNO



CATÁLOGO Y PEDIDOS EN
http://www.aq.upm.es/of/jherrera
info@mairea-libros.com


84-9728-168-3